

PATENT
81707.0189

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Shinya KAWAI, et al.

Serial No: 10/692,406

Filed: October 22, 2003

For: GLASS CERAMIC SINTERED
BODY AND WIRING BOARD
USING THE SINTERED BODY

Art Unit: 1755

Examiner: Not assigned

I hereby certify that this correspondence
is being deposited with the United States
Postal Service with sufficient postage as
first class mail in an envelope addressed
to:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450, on

February 3, 2004

Date of Deposit

Rebecca L. Gorden

Name

 February 3, 2004

Signature

Date

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

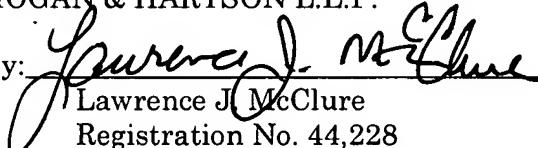
Enclosed herewith is a certified copy of Japanese patent application No. 2002-311828 which was filed October 25, 2002, Japanese patent application No. 2002-332790 which was filed November 15, 2002, Japanese patent application No. 2003-048240 which was filed February 25, 2003 and Japanese patent application No. 2003-120774 which was filed April 24, 2003, from which priority is claimed under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

By:


Lawrence J. McClure
Registration No. 44,228
Attorney for Applicant(s)

Date: February 3, 2004

500 South Grand Avenue, Suite 1900
Los Angeles, California 90071
Telephone: 213-337-6700
Facsimile: 213-337-6701

F-8(KC)

(4)-1

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年10月25日
Date of Application:

出願番号 特願2002-311828
Application Number:

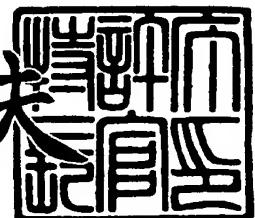
[ST. 10/C] : [JP2002-311828]

出願人 京セラ株式会社
Applicant(s):

2003年9月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3077339

●)

【書類名】 特許願
【整理番号】 27603
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C03C 3/10
【発明者】
【住所又は居所】 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内
【氏名】 川井 信也
【発明者】
【住所又は居所】 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内
【氏名】 東 登志文
【特許出願人】
【識別番号】 000006633
【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
【氏名又は名称】 京セラ株式会社
【代表者】 西口 泰夫
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 005337
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】ガラスセラミック組成物、ガラスセラミック焼結体並びにそれを用いた配線基板と、その実装構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】少なくとも、 SiO_2 30～55質量%、 Al_2O_3 15～40質量%、 MgO 3～25質量%、 ZnO 2～15質量%、 B_2O_3 2～15質量%を含有するガラス粉末60～99質量%と、ムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアン、石英ガラスの群から選ばれる少なくとも1種のフイラー粉末1～40質量%とを含有することを特徴とするガラスセラミック組成物。

【請求項 2】前記ガラス粉末が、1050℃以下の熱処理を行うことにより、少なくともコーディエライトを結晶相として析出することを特徴とする請求項1に記載のガラスセラミック組成物。

【請求項 3】前記ガラス粉末が、1050℃以下の熱処理を行うことにより、さらにガーナイト、スピネル、ムライトの群から選ばれる少なくとも1種を結晶相として析出することを特徴とする請求項2に記載のガラスセラミック組成物。

【請求項 4】 PbO および A_2O （A：アルカリ金属）の含有量がそれぞれ0.1質量%以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項3に記載のガラスセラミック組成物。

【請求項 5】少なくともコーディエライトを結晶相として含有し、40～400℃における熱膨張係数が $5 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 以下、誘電率が7以下、ヤング率が150GPa以下であることを特徴とするガラスセラミック焼結体。

【請求項 6】結晶相として、さらに、ガーナイト、スピネル、ムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアンの群から選ばれる少なくとも1種を含有することを特徴とする請求項5記載のガラスセラミック焼結体。

【請求項 7】抗折強度が150MPa以上であることを特徴とする請求項5または請求項6に記載のガラスセラミック焼結体。

【請求項 8】 PbO および A_2O （A：アルカリ金属）の含有量がそれぞれ0.1質量%以下であることを特徴とする請求項5乃至請求項7のいずれかに記載

のガラスセラミック焼結体。

【請求項 9】少なくとも SiO_2 30～55質量%、 Al_2O_3 15～40質量%、 MgO 3～25質量%、 ZnO 2～15質量%、 B_2O_3 2～15質量%を含有するガラス粉末60～99質量%と、ムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアン、石英ガラスの群から選ばれる少なくとも1種のフィラー粉末1～40質量%とを混合、成形し、大気中あるいは窒素雰囲気中で1050℃以下の温度にて焼成して得られることを特徴とする請求項5乃至請求項8に記載のガラスセラミック焼結体。

【請求項 10】絶縁基板の表面および／または内部に、低抵抗金属を含有する配線層を配設してなる配線基板において、前記絶縁基板が、請求項5乃至請求項9のいずれか記載のガラスセラミック焼結体からなることを特徴とする配線基板。

【請求項 11】前記配線基板の表面に、シリコンを主体とする半導体素子を載置してなることを特徴とする請求項10記載の配線基板。

【請求項 12】請求項10または請求項11のいずれか記載の配線基板を、有機樹脂を含有する絶縁基板を具備するプリント配線基板の表面に実装してなることを特徴とする配線基板の実装構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子収納用パッケージ、多層配線基板等に適用される配線基板等に最適なガラスセラミック組成物およびガラスセラミック焼結体に関するものであり、また、これを絶縁基板として用いた配線基板とその実装構造に関するものである。

【0002】

【従来技術】

近年、高度情報化時代を迎え、情報通信技術が急速に発達し、それに伴い、半導体素子等の高速化、大型化が図られ、配線層においても、信号の伝送損失を低減する上で配線層の低抵抗化と絶縁基板の低誘電率化が求められている。そこで

、1000℃以下の焼成によって緻密化でき、銅、銀または金等の低抵抗金属を主成分とする配線層との同時焼成が可能で、かつ誘電率の低いガラスセラミックスを絶縁層とする配線基板が提案されている。

【0003】

特に、シリコンを主体とする半導体素子に関して、素子の高速化に伴い、近年機械的強度が低下する傾向が見られている。そこで、半導体素子を半導体素子収納用パッケージ上に実装（以下、一次実装と称す。）した場合、素子とパッケージ間の熱膨張係数のミスマッチにより発生する熱応力により、半導体素子が破壊してしまうといった問題が懸念されている。さらに、素子が大型化すると熱応力がそれに伴い大きくなるため、素子が破壊する危険性が増大する。

【0004】

そのため、一次実装に関わる熱応力を低減するために、パッケージの熱膨張係数をシリコンの熱膨張係数（2～4 ppm/°C：40～400°C）に合わせることが求められている。

【0005】

例えば、特公平4-58198公報では、ムライト、石英ガラス、ほう珪酸ガラスからなるガラスセラミック焼結体を絶縁材料として、低熱膨張係数の多層セラミック回路基板が得られることが記載されている。

【0006】

例えば、特開平5-254923公報では、SiO₂、B₂O₃、K₂O、Al₂O₃からなる硼珪酸ガラスとアルミナ、コーディエライト、石英ガラスとを組み合わせることにより、低抵抗配線が可能な低熱膨張係数のセラミック基板が得られることが記載されている。

【0007】

【特許文献1】

特公平4-58198号公報

【特許文献2】

特開平5-254923号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したような従来のガラスセラミック焼結体は、低い熱膨張係数を実現していることによって一次実装の信頼性を向上できるが、逆に、熱膨張係数が $15 \sim 20 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度と非常に大きいプリント配線基板で構成されるマザーボード上に実装（以下、二次実装と称す。）する際には、熱膨張係数のミスマッチが非常に大きくなるため、二次実装信頼性を確保することが困難となる問題があった。

【0009】

従って、本発明は、銀、銅、金等の低抵抗金属との同時焼成が可能であり、低い熱膨張係数、低い誘電率を有しつつ低ヤング率の焼結体を形成するガラスセラミック組成物、およびガラスセラミック焼結体と、かかる焼結体を用い、一次実装信頼性とともに、高い二次実装信頼性を確保できる配線基板とその実装構造を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、上記課題に対して検討した結果、少なくとも SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZnO 、 B_2O_3 を所定の比率で含むガラス粉末に対して、フィラーとして少なくともムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアン、石英ガラスの群から選ばれる少なくとも1種を所定の比率で添加し、混合し、成形後、 1050°C 以下で焼成し、所定の結晶相を析出または分散させることによって、低熱膨張率化、低誘電率化とともに、低ヤング率化を同時に達成できること、また低熱膨張係数、低誘電率とともに低ヤング率を有する焼結体を絶縁基板とする配線基板が、一次実装信頼性とともに、二次実装信頼性を高めることができるこを見出し、本発明に至った。

【0011】

すなわち、本発明のガラスセラミック組成物は、少なくとも、 SiO_2 30～55質量%、 Al_2O_3 15～40質量%、 MgO 3～25質量%、 ZnO 2～15質量%、 B_2O_3 2～15質量%、を含有するガラス粉末60～99質量%と、ムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアン、石英ガラス

の群から選ばれる少なくとも1種のフィラー粉末1～40質量%とを含有することを特徴とするものである。

【0012】

なお、前記ガラス粉末は、1050℃以下の熱処理を行うことにより、少なくともコーディエライトを結晶相として析出することが望ましく、さらにコーディエライトとともに、ガーナイト、スピネル、ムライトの群から選ばれる少なくとも1種を結晶相として析出することによって、低熱膨張化、低誘電率化、低ヤング率化を図ることができる。また、かかる組成物は、PbOおよびA₂O（A：アルカリ金属）の含有量がそれぞれ0.1質量%以下に抑制されていることが耐環境付加、耐薬品性を向上させる上で望ましい。

【0013】

また、本発明のガラスセラミック焼結体は、少なくともコーディエライトを結晶相として含有し、40～400℃における熱膨張係数が5 ppm/℃以下、誘電率が7以下、ヤング率が150 GPa以下であることを特徴とするものである。

【0014】

ここで、かかる焼結体は、結晶相として、さらに、ガーナイト、スピネル、ムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアンの群から選ばれる少なくとも1種を含有することが望ましく、さらに抗折強度が150 MPa以上であることが望ましく、さらに、PbOおよびA₂O（A：アルカリ金属）の含有量がそれぞれ0.1質量%以下であることが望ましいものである。

【0015】

また、かかるガラスセラミック焼結体は、少なくとも、SiO₂ 30～55質量%、Al₂O₃ 15～40質量%、MgO 3～25質量%、ZnO 2～15質量%、B₂O₃ 2～15質量%を含有するガラス粉末65～99質量%と、ムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアン、石英ガラスの群から選ばれる少なくとも1種のフィラー粉末1～40質量%とを混合、成形し、大気中あるいは窒素気中で1050℃以下の温度にて焼成して得られることを特徴とするものである。

【0016】

また、本発明の配線基板は、絶縁基板の表面および／または内部に、低抵抗金属を含有する配線層を配設してなり、前記絶縁基板が、請求項5乃至請求項9のいずれか記載のガラスセラミック焼結体からなることを特徴とするものであり、かかる配線基板には、凹部を形成し、その凹部内にSiを主体とする半導体素子を載置してなることが望ましい。

【0017】

また、上記の配線基板を、有機樹脂を含有する絶縁基板を具備するプリント配線基板の表面に実装することによって、一次実装信頼性および二次実装信頼性に優れた実装構造を提供できる。

【0018】

【発明の実施の形態】

本発明のガラスセラミック組成物は、構成成分として、少なくとも、 SiO_2 30～55質量%、特に35～50質量%、 Al_2O_3 15～40質量%、特に20～35質量%、 MgO 3～25質量%、特に5～20質量%、 ZnO 2～15質量%、特に4～12質量%、 B_2O_3 2～15質量%、特に4～12質量%を含有するガラス粉末60～99質量%、特に65～97質量%、最適には70～95質量%と、ムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアン、石英ガラスの群から選ばれる少なくとも1種のフィラー粉末1～40質量%、特に3～35質量%、最適には5～30質量%とを含有することを特徴とするものである。

【0019】

ここで、上記ガラス粉末は、該組成物を銅、あるいは銀、金といった低抵抗導体と同時焼成可能な温度である1050℃以下の低温で焼結させるために必要であり、ガラス粉末の軟化流動により該組成物を低温で焼結可能とせしめるものである。ガラス粉末の量が、前記範囲よりも少ない場合には、該組成物を1050℃以下で焼結させることが困難となり、逆に前記範囲よりも多い場合には、該組成物を焼成した場合に、その原型を保つことが困難となる。

【0020】

さらに、 SiO_2 は、ガラスのネットワークフォーマーであり、かつコーディエライト、ムライト等の SiO_2 を構成成分として含有する結晶相、特にコーディエライトをガラスから析出せしめるための必須成分である。 SiO_2 が前記範囲よりも少ないと、前記結晶相の析出量が不十分となり、前記ガラスセラミック焼結体の特性を望ましい範囲内とすることが困難となり、逆に前記範囲よりも多い場合には、ガラスの軟化温度が上昇し 1050°C 以下の低温焼成が困難となる。

【0021】

また、 Al_2O_3 は、ガラスのヤング率や耐薬品性を向上させる成分であると同時に、コーディエライト、ガーナイト、スピネル、ムライト等の Al_2O_3 を構成成分として含有する結晶相、特にコーディエライトをガラスから析出せしめるための必須成分である。 Al_2O_3 が前記範囲よりも少ないと、前記結晶相の析出量が不十分となり、前記ガラスセラミック焼結体の特性を望ましい範囲内とすることが困難となり、逆に前記範囲よりも多い場合には、ガラスの軟化温度が上昇し 1050°C 以下の低温焼成が困難となると同時に、前記ガラスセラミック焼結体のヤング率が上昇し、高い二次実装信頼性を確保することが困難となる。

【0022】

また、 MgO は、コーディエライト、スピネル等の MgO を構成成分として含有する結晶相、特にコーディエライトをガラスから析出せしめるための必須成分である。 MgO が前記範囲よりも少ないと、前記結晶相の析出量が不十分となり、前記ガラスセラミック焼結体の特性を望ましい範囲内とすることが困難となり、逆に前記範囲よりも多い場合には、前記ガラスセラミック焼結体のヤング率が上昇し、高い二次実装信頼性を確保することが困難となる。

【0023】

また、 ZnO は、ガラスの軟化温度を低下せしめると同時にガーナイト等の ZnO を構成成分として含有する結晶相をガラスから析出せしめるための必須成分である。 ZnO が前記範囲よりも少ないと、前記結晶相の析出量が不十分となり、前記ガラスセラミック焼結体の特性を望ましい範囲内とすることが困難となり、逆に前記範囲よりも多い場合には、ガラスの軟化温度が低下し前記ガラ

スセラミック焼結体の原型を保つことが困難となると同時に、前記ガラスセラミック焼結体の耐薬品性が著しく低下する。

【0024】

さらに、 B_2O_3 は、ガラスのネットワークフォーマーであると同時に、軟化温度、溶解温度を低下せしめる働きがあり、 B_2O_3 が前記範囲よりも少ないと、ガラスの溶解温度が上昇しすぎて、工業的に安価に製造することが困難となると同時にガラスの軟化温度が上昇し1050℃以下の低温焼成が困難となる。逆に前記範囲よりも多い場合には、ガラスの軟化温度が低下し前記ガラスセラミック焼結体の原型を保つことが困難となると同時に、前記ガラスセラミック焼結体の耐薬品性が著しく低下する。

【0025】

なお、前記ガラス粉末中には、前記成分量が本発明の範囲を逸脱しない範囲で、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZrO_2 、 SnO_2 、希土類酸化物の他の成分を10質量%以下、特に7質量%以下、さらには5質量%以下の範囲で含有してもよく、これにより、前記ガラスセラミック焼結体の焼結性や特性を微調整することが可能となる。

【0026】

但し、 PbO および A_2O （A：アルカリ金属）は、環境への負荷が大きく、また耐薬品性や絶縁性が低下することから、これらの成分量は、全量中、それぞれ0.1質量%以下に抑制されていることが望ましい。

（ガラスからの析出相）

さらに、本発明においては、前記ガラス粉末が、1050℃以下の熱処理を行うことにより少なくともコーディエライトを結晶相として析出することが、前記ガラスセラミック焼結体の熱膨張係数、誘電率、ヤング率を低下せしめることが可能となるため望ましい。さらには、コーディエライト結晶相を粉末としてではなくガラス中から析出せしめることにより、焼結性を向上させる効果もあるため、前記ガラスセラミック焼結体のヤング率を低下させつつも、抗折強度を向上せしめることが可能となる。

【0027】

また、本発明においては、さらにガーナイト、スピネル、ムライトの群から選ばれる少なくとも1種を結晶相として析出することが、特に前記ガラスセラミック焼結体の抗折強度を向上させるために望ましい。

(フィラー)

一方、フィラーとなる、ムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアン、石英ガラスの群から選ばれる少なくとも1種の粉末は、該組成物を焼成してなるガラスセラミック焼結体の熱膨張係数、誘電率を低くするために特に有効な成分であり、なかでもムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアンの群から選ばれる少なくとも1種は、抗折強度の向上にも効果的であり、石英ガラスは熱膨張係数、誘電率、ヤング率を低下させる効果が特に著しいものである。

【0028】

これらの粉末が前記範囲内よりも少ない場合には、前記ガラスセラミック焼結体の特性を望ましい範囲内とすることが困難となり、逆に前記範囲よりも多い場合には、該組成物を1050℃以下で焼結せしめることが困難となる。

【0029】

なお、前記ガラスセラミック組成物中には、上記フィラー量が本発明の量を逸脱しない範囲で、 SiO_2 、 $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ba}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 、 ZrO_2 、 ZnO 、 MgSiO_3 、 Mg_2SiO_4 、 Zn_2SiO_4 、 Zn_2ZrO_4 、 $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ 、 $\text{Zn}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$ 、 CaSiO_3 、 SrSiO_3 、 BaSiO_3 の群から選ばれる他のフィラー粉末を、総量が15質量%以下、特に10質量%以下、さらには5質量%以下の範囲で含有してもよく、これにより、前記ガラスセラミック焼結体の焼結性や特性を微調整することが可能となる。

【0030】

本発明のガラスセラミック焼結体は、少なくともコーディエライトを結晶相として含有し、40～400℃における熱膨張係数が $5 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 以下、特に $4.8 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 以下、最適には $4.5 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 以下、誘電率が7以下、特に6.5以下、最適には6以下、ヤング率が150GPa以下、特に140GPa以下、最適には13.0GPa以下であることを特徴とするものである。

【0031】

ここで、上記コーディエライト結晶相は、前記ガラスセラミック焼結体の低熱膨張化、低誘電率化、低ヤング率を低下させるための必須成分である。このコーディエライト結晶は、原料粉末として出発組成中に含有せしめることもできるが、最適には、出発組成中にはコーディエライトは添加せず、ガラス粉末中から析出させることにより、低ヤング率と高い抗折強度とを同時に実現させることができると望ましい。

【0032】

また、このガラスセラミック焼結体の熱膨張係数は、Si（シリコン）を主体とする半導体素子を、前記ガラスセラミック焼結体を絶縁基板として用いた配線基板上に一次実装する際に絶縁基板と半導体素子との熱膨張係数のミスマッチにより生じる熱応力を低減するために、シリコンの熱膨張係数の値に近いものでなくてはならず、前記範囲よりもその値が大きい場合には、一次実装の信頼性を確保することが困難となる。

【0033】

さらに、誘電率は、信号遅延時間を短縮するために低いことが望ましく、前記範囲よりも大きいと、前記配線基板の遅延時間が長くなり性能が低下する。

【0034】

また、ヤング率が低いということは、該ガラスセラミック焼結体が応力により変形しやすいことを意味する。従って、焼結体の熱膨張係数を半導体素子に整合させるために低熱膨張化することによって、プリント配線基板への二次実装における熱膨張差が大きくなつても、二次実装部において発生する熱応力を焼結体の変形により緩和することができ、二次実装信頼性を向上させることができる。従って、ヤング率が前記範囲よりも大きいと、二次実装信頼性が著しく低下する。

【0035】

さらに、本発明においては、結晶相として、前記コージェライト以外に、さらに、ガーナイト、スピネル、ムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアンの群から選ばれる少なくとも1種を含有せしめることによって、該ガラスセラミック焼結体の抗折強度を向上させることができる。特に、ムライト、アノーサ

イト、スラウソナイト、セルジアンの群から選ばれる少なくとも1種は、抗折強度向上のみならず、熱膨張係数、誘電率を低下させるためにも望ましい。

【0036】

また、抗折強度が前記範囲よりも低い場合には、前記配線基板の機械的な信頼性が著しく低下し、実用に耐えなくなる。

【0037】

さらに、本発明においては、PbOおよびA₂O（A：アルカリ金属）の含有量がそれぞれ0.1質量%以下に抑制されていることが、対環境負荷、耐薬品性、絶縁性の観点から望ましい。

【0038】

また、上記焼結体中には、本発明を逸脱しない範囲で、SiO₂、Ca₂MgSi₂O₇、Sr₂MgSi₂O₇、Ba₂MgSi₂O₇、ZrO₂、ZnO、MgSiO₃、Mg₂SiO₄、Zn₂SiO₄、Zn₂ZrO₄、CaMgSi₂O₆、Zn₂Al₄Si₅O₁₈、CaSiO₃、SrSiO₃、BaSiO₃の群から選ばれる他の結晶相を、総量が15質量%以下、特に10質量%以下、さらには5質量%以下の範囲で含有してもよく、これにより、前記ガラスセラミック焼結体の焼結性や特性を制御することが可能となる。

(焼結体の製造方法)

上記のガラスセラミック焼結体を製造するには、まず、構成成分として、少なうとも、SiO₂ 30～55質量%、特に35～50質量%、Al₂O₃ 15～40質量%、特に20～35質量%、MgO 3～25質量%、特に5～20質量%、ZnO 2～15質量%、特に4～12質量%、B₂O₃ 2～15質量%、特に4～12質量%を含有するガラス粉末60～99質量%、特に65～97質量%、最適には70～95質量%と、ムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアン、石英ガラスの群から選ばれる少なくとも1種のフィラー粉末1～40質量%、特に3～35質量%、最適には5～30質量%の割合で混合する。

【0039】

ここで、前記ガラス粉末、フィラー粉末の組成および前記ガラス粉末の組成が

前記範囲内から外れる場合には、前述のように、該ガラスセラミック焼結体の特性が望ましい範囲とならない。

【0040】

そして、この混合物に、有機バインダ、溶媒、必要に応じて可塑剤を添加、混合し、プレス成形、押出形成、射出成形、鋳込み成形、テープ成形の群から選ばれる少なくとも1種の成形方法によって所定形状に成形する。

【0041】

そして、該成形体を、450～750℃で脱バインダ処理した後、酸化性雰囲気あるいは窒素雰囲気中、1050℃以下、特に700～1000℃、さらに800～950℃の温度で焼成することにより、本発明のガラスセラミック焼結体を作製することができる。

【0042】

ガラスセラミック焼結体を後述する配線基板の絶縁基板として用いる際に、導体材料として、銀、金を用いる場合は、導体は酸化しないため、大気雰囲気中で焼成することが望ましく、銅を用いる場合には、銅の酸化を抑制する為に窒素雰囲気中にて焼成することが望ましい。

【0043】

なお、前記ガラスセラミック焼結体は、還元雰囲気下でも焼成することは可能であるが、コスト、安全性の面から、望ましくは酸化性雰囲気あるいは窒素雰囲気中の焼成が望ましい。

【0044】

なお、焼結体中に上述した特定の結晶相の析出を促進するためには、脱バインダ処理後の昇温速度を50℃／時間以上、特に100℃／時間以上とすることが望ましく、また、焼成温度での保持時間を0.02～10時間、特に0.2～2時間とすることが望ましい。

【0045】

また、本発明の配線基板は、絶縁基板の表面および／または内部に低抵抗金属を含有する配線層が配設されたものであり、前記絶縁基板が、上記のガラスセラミック焼結体からなるものである。

【0046】

上記ガラスセラミック焼結体を絶縁基板とすることによって、銅、銀、金の群から選ばれる少なくとも1種の低抵抗金属を含有する配線層との同時焼成が可能となる。

【0047】

また、この配線基板の表面には、本発明においては、前記配線基板の表面および／または表面に設けた凹部に、シリコンを主体とする半導体素子を載置することが、一次実装信頼性を確保する上で望ましい。

低い熱膨張係数、低い誘電率、低いヤング率、高い抗折強度を有し、高い二次実装信頼性を確保できることが可能となる。

(パッケージ)

上述したガラスセラミック焼結体を絶縁基板として用いた本発明の配線基板について、その好適例であるシリコンを主体とする半導体素子等の素子をフリップチップ実装によって搭載したBGA（ボールグリッドアレイ）型の電気素子収納用パッケージと、該パッケージをプリント配線基板上に実装した場合の概略断面図である図1をもとに説明する。

【0048】

図1によれば、電気素子収納用パッケージAは、複数の絶縁層1a～1dからなる絶縁基板1の表面および／あるいは内部に配線層2が形成されている。また、図1によれば、絶縁層1a～1d間に形成される銅、銀、金の群から選ばれる少なくとも1種の低抵抗金属を含有する配線層2、および配線層2同士を電気的に接続する銅、銀、金の群から選ばれる少なくとも1種の低抵抗金属を含有するビアホール導体3が形成されている。

【0049】

さらに、パッケージAの下面には複数の接続用電極4Aが配列されており、絶縁基板1の上面中央部には、半導体素子等の電気素子5が半田ボール6を介して絶縁基板1上にフリップチップ実装により接着固定されると同時に、パッケージAと電気的に接続される。

【0050】

また、電気素子5とパッケージAとの間は、一次実装信頼性を高める為に熱硬化性樹脂を含有するアンダーフィル7が注入され、硬化されている。さらに、電気素子5と、絶縁基板1の下面に形成された複数の接続用電極4Aとは、半田ボール6、配線層2およびビアホール導体3を介して電気的に接続されている。

【0051】

一方、プリント配線基板Bは、40～400℃における熱膨張係数が $15\sim20\times10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の絶縁基板の上面に、接続用電極4Bが接続用電極4Aと対を成すように形成されている。そして、接続用電極4A、4B間は、共晶半田9、高温半田ボール8を介して電気的に接続される。

【0052】

本発明によれば、絶縁基板1を、前述したような、少なくともコーディエライトを結晶相として含有し、40～400℃における熱膨張係数が $5\times10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下、誘電率が7以下、ヤング率が150GPa以下のガラスセラミック焼結体によって形成することが大きな特徴であり、これによって、絶縁基板1の熱膨張係数、およびヤング率を低下させることができ、パッケージAの一次実装信頼性とともに、二次実装信頼性を高めることができる。

【0053】

また、絶縁基板1の誘電率を低下させるとともに、配線層2やビアホール導体3として、銅、銀または金のうちの少なくとも一種の低抵抗金属を主成分として含有するために、配線層を低抵抗化でき、信号の遅延を小さくできる。

【0054】

なお、上記図1の例では、シリコン系半導体素子を例示したが、本発明の配線基板は、熱膨張係数が $5\times10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下の他の電気素子を搭載する配線基板に好適に用いられる。また、図1のパッケージにおいては、素子5は半田ボール6を介して配線層2と接続される場合に好適であるが、素子5と配線層2がワイヤボンディング等によって接続されたものであってもよい。また、素子5は、その上にさらに封止樹脂にて覆う形態であってもよい。また、絶縁基板1にキャビティを形成して素子5を収納し、蓋体によってキャビティを気密封止するものであってもよい。

【0055】

また、図1においては、パッケージAとプリント配線基板Bとは、高温半田ボールを介して相互に接続されるBGA型のパッケージ構造について説明したが、本発明は、リードピンなどを用いずに、パッケージAとプリント配線基板Bとが、半田を介して接続される前記BGA, LGA, LCC型などのタイプの場合において発生する応力が大きく二次実装信頼性が求められることから、この種のパッケージに特に好適に用いられる。その他、樹脂を含有するボール、柱状の半田カラム、樹脂を含有するカラム、さらにはピンにて接続される形態であってももちろん有用性を有する。

【0056】

次に、本発明の配線基板を製造する方法について、上記パッケージAを例にすると、前述したようなガラス粉末と、フィラー粉末との混合粉末に対して、適当な有機バインダ、溶媒、必要に応じて可塑剤を添加、混合してスラリーを調製し、これを従来周知のドクターブレード法やカレンダーロール法、あるいは圧延法、プレス成形法により、シート状に成形する。そして、このシート状成形体に所望によりスルーホールを形成した後、スルーホール内に、銅、銀、金の群から選ばれる少なくとも1種の低抵抗金属を含有する導体ペーストを充填する。そして、シート状成形体表面には、前記導体ペーストを用いてスクリーン印刷法、グラビア印刷法などの公知の印刷手法を用いて配線層の厚みが5～30μmとなるよう配線パターンを印刷塗布する。

【0057】

そして、複数のシート状成形体を位置合わせて積層圧着した後、大気中、または窒素雰囲気中にて脱バインダ処理した後、1050℃以下の大気中または窒素雰囲気で焼成することにより、配線基板を作製することができる。

【0058】

なお、焼成雰囲気については、導体材料として、銀、金を用いる場合は、導体は酸化しないため、大気雰囲気中で焼成することが望ましく、銅を用いる場合には、銅の酸化を抑制する為に窒素雰囲気中にて焼成することが望ましい。

【0059】

そして、この配線基板の表面に、半導体素子等の電気素子5を搭載し、配線層2と信号の伝達が可能なように接続される。接続方法としては、前述したように、半田ボールを用いたフリップチップ実装や、ワイヤボンディング、さらには配線層上に直接搭載させて接続させる形態が好適である。

【0060】

さらに、半導体素子5と配線基板Aとの間隙にアンダーフィル材7を充填、硬化したり、素子上にポッティング樹脂を被覆し、硬化させるか、絶縁基板Aと同種の絶縁材料や、その他の絶縁材料、あるいは放熱性が良好な金属等からなる蓋体をガラス、樹脂、ロウ材等の接着剤により接合することにより、素子収納用パッケージを作製することができる。

【0061】

また、配線基板Aの下面に、低融点ハンダによって高融点半田からなるボール8を接続する。そして、この配線基板Aをプリント配線基板Bに実装する場合には、プリント配線基板Bの表面に、前記配線基板Aの半田ボール8を低融点半田を介してプリント配線基板Bの配線層4B上に載置し、半田リフロー処理することによって、配線基板Aをプリント配線基板B上に二次実装することができる。

【0062】

【実施例】

(実施例1)

表1に示した組成からなる本発明の4種の平均粒径が $2\text{ }\mu\text{m}$ のガラスA、B、C、Dの粉末を準備し、これらのガラス粉末に対して、平均粒径が $1\sim2\text{ }\mu\text{m}$ の表2に示すフィラー粉末を用いて、表2、3の組成に従い混合した。

【0063】

そして、この混合物に有機バインダ、可塑剤、トルエンを添加し、スラリーを調製した後、このスラリーを用いてドクターブレード法により厚さ $300\text{ }\mu\text{m}$ のグリーンシートを作製した。さらに、このグリーンシートを所望の厚さになるよう複数枚積層し、 60°C の温度で 10 MPa の圧力を加えて熱圧着した。

【0064】

得られた積層体を窒素雰囲気中、 750°C で脱バインダ処理した後、 200°C

／時間で昇温して、大気中で表2、3の条件にて焼成してガラスセラミック焼結体を得た。

【0065】

得られた焼結体について、焼結体を2mm□、長さ18mmに加工し、10℃／分の速度で焼温しながらレーザー測距計にて寸法変化を測定することにより、40～400℃における熱膨張係数を測定した。また、50mm□、厚さ1.0mmに加工し、空洞共振器法にて2GHzにおける誘電率を測定した。さらに、焼結体を3mm×4mm×40mmに加工し、超音波パルス法にてヤング率を測定した。また、同様のサンプルを用いて、オートグラフを用いJIS R-1601に基づく3点曲げ抗折強度を測定した。また、焼結体中における結晶相をX線回折測定から同定し、主ピーク強度の大きい順に並べた。以上の測定結果を表2、3に示す。

【0066】

一方、上記4種類のガラスに代わり、表1に示す2種類のガラスE、Fを用いて同様に評価を行った。また、フィラー粉末として、ZrO₂、TiO₂を用いて同様の評価を行った。結果を表2、3に示す。

【0067】

【表1】

	(質量%)							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	ZnO	B ₂ O ₃	CaO	BaO	ZrO ₂
A	40	32	7	10	11	0	0	0
B	44	29	11	7	9	0	0	0
C	45	22	18	6	9	0	0	0
D	44	28	11	5	5	6	0	1
E	28	10	0	16	16	0	28	2
F	24	7	2	22	13	32	0	0

【0068】

【表2】

試料 No. (注1)	ガラス粉末	フィラー粉末	(質量)%	種類	(質量)%	温度(℃)	時間(hr)	(×10 ⁻⁶ /℃)	熱膨張係数	誘電率	ヤング率	抗折強度	温度サイクル試験	
													一次 実装側	二次 実装側
1 A	90	ムライト	10	950	1	4.2	6.2	122	240	Mu>Co>Ga	OK	OK		
2 A	80	ムライト	20	950	1	4.0	6.1	128	250	Mu>Co>Ga	OK	OK		
3 A	90	アノーサイト	10	900	1	4.4	6.6	119	240	An>Co>Ga	OK	OK		
4 A	80	アノーサイト	20	950	1	4.5	6.6	125	240	An>Co>Ga	OK	OK		
5 A	70	アノーサイト	30	950	1	4.6	6.7	133	250	An>Co>Ga	OK	OK		
6 A	60	アノーサイト	40	1000	5	4.7	6.8	141	240	An>Co>Ga	OK	OK		
*7 A	58	アノーサイト	42	1000	5									
*8 B	99.5	ムライト	0.5	850	1									
9 B	99	ムライト	1	850	1	4.1	6.0	115	200	Co>Mu>Ga	OK	OK		
10 B	95	ムライト	5	900	1	4.1	6.0	116	200	Co>Mu>Ga	OK	OK		
11 B	90	ムライト	10	900	1	4.0	5.9	118	220	Mu>Co>Ga	OK	OK		
12 B	80	ムライト	20	950	1	3.9	5.8	122	230	Mu>Co>Ga	OK	OK		
13 B	90	アノーサイト	10	900	1	4.4	6.3	115	200	An>Co>Ga	OK	OK		
14 B	80	アノーサイト	30	900	1	4.5	6.5	128	230	An>Co>Ga	OK	OK		
15 B	90	スラブソナイト	10	900	1	4.4	6.2	113	200	Su>Co>Ga	OK	OK		
16 B	70	スラブソナイト	30	900	1	4.5	6.2	115	210	Su>Co>Ga	OK	OK		
17 B	90	セレンジン	10	900	1	4.2	6.4	118	230	Se>Co>Ga	OK	OK		
18 B	70	セレンジン	30	900	1	4.3	6.5	133	280	Se>Co>Ga	OK	OK		
19 B	90	石英ガラス	10	900	1	3.8	5.7	109	170	Co>Ga>Mu	OK	OK		
20 B	70	石英ガラス	30	900	1	3.3	5.0	95	150	Co>Ga>Mu	OK	OK		
*21 B	90	ZrO ₂	10	900	1	5.2	6.2	125	250	Co>ZrO ₂ >Ga	900	OK		
*22 B	70	ZrO ₂	30	900	1	6.2	8.8	144	290	ZrO ₂ >Co>Ga	800	OK		
*23 B	90	TiO ₂	10	900	1	5.5	6.8	117	150	Co>TiO ₂ >Ga	900	OK		
*24 B	70	TiO ₂	30	900	1	6.4	12.6	128	160	TO>Co>Ga	700	OK		

注1) *印は本発明の範囲外
注2) Mu:ムライト、Co:コーティング、Ga:ガーネット、An:アンナイト、Su:スラブソナイト、ZrO₂:ジルコニア、TO:チタニア、Ce:チタニア、AK:アルケマイト

【表3】

試料 No.	ガラス粉末	フライ一粉末	焼成条件	熱膨張係数 (×10 ⁻⁶ /°C)		誘電率 (GPa)	ヤング率 (GPa)	抗折強度 (MPa)	析出結晶相 注2)		温度サイクル試験 一次 実装側	二次 実装側
				種類 (質量%)	時間(hr)				温度(°C)	時間(hr)		
25 C	90 ムライト	10	900 1		4.0	5.7	120	230	Mu>Co>Ga	OK	OK	
26 C	80 ムライト	20	900 1		3.9	5.6	125	250	Mu>Co>Ga	OK	OK	
27 C	90 アーバイト	10	900 1		4.4	6.1	115	220	An>Co>Ga	OK	OK	
28 C	70 アーバイト	30	900 1		4.5	6.3	130	270	An>Co>Ga	OK	OK	
29 C	90 石英ガラ	10	900 1		3.7	5.5	110	180	Co>Ga>Mu	OK	OK	
30 C	70 石英ガラ	30	900 1		3.2	4.9	98	160	Co>Ga>Mu	OK	OK	
31 D	90 ムライト	10	950 1		4.2	5.9	119	230	Mu>Co>Ga	OK	OK	
32 D	90 アーバイト	10	950 1		4.6	6.2	118	210	An>Co>Ga	OK	OK	
33 D	90 石英ガラ	10	950 1		3.8	5.6	105	190	Co>Ga>Mu	OK	OK	
34 D	70 石英ガラ	30	950 1		3.5	5.4	95	160	Co>Ga>Mu	OK	OK	
*35 E	90 石英ガラ	10	900 1		8.5	7.2	155	330	Ce>Ga	100	900	
*36 E	70 石英ガラ	30	900 1		7.8	6.9	138	270	Ce>Ga	300	OK	
*37 F	90 石英ガラ	10	900 1		7.9	7.4	137	270	Al>Ga	300	OK	
*38 F	70 石英ガラ	30	900 1		7.4	7.0	120	240	Al>Ga	400	OK	
*39 AIN		-	-		4.7	8.7	310	400	AlN	OK	700	

注1) *印は本発明の範囲外

注2) Mu: ムライト、Co: コーディエライト、Ga: ガーナイト、An: アーバイト、Su: スラウサイト、TO: ジルコニア、Ce: チタニア、AK: アルケマタイト

【0070】

表1～3の結果から明らかなように、本発明に基づき、コーディエライト結晶相を含む特定の結晶相が析出した試料No. 1～6、9～20、25～34では

、熱膨張係数が5 ppm／℃以下、誘電率が7以下、ヤング率が150 GPa以下となり、さらに抗折強度も150 MPa以上と良好な値を示した。

【0071】

それに対して、ガラス粉末の量が99質量%よりも多い試料No. 8では、ガラスの軟化流動が著しく焼結体の原型を保つことができず、評価可能な試料を得ることができなかった。また、ガラス粉末の量が60質量%よりも少ない試料No. 7は、1050℃以下の焼成にて緻密な焼結体を得ることができなかった。

【0072】

また、フィラー粉末として、本発明の範囲外であるZrO₂、TiO₂を用いた試料No. 21～24は、いずれも熱膨張係数が5 ppm／℃よりも高くなつた。

【0073】

さらに、本発明の範囲外のガラス粉末E、Fを用いた試料No. 35～38では、いずれの試料もコーディエライト結晶相を含有せず、熱膨張係数が5 ppm／℃よりも高くなつた。

【0074】

(実施例2)

実施例1の試料No. 1～6、9～20、25～34の原料粉末に対して、アクリル系バインダと可塑剤とトルエンを添加、混合し、ドクターブレード法によって厚み250 μmのグリーンシートを作製した。次に、該グリーンシートの所定位置にビアホールを形成し、銅を主成分とする導体ペーストを充填した後、スクリーン印刷法により前記導体ペーストを用いてグリーンシート表面に配線層を形成した。

【0075】

そして、前記配線層を形成したグリーンシートを位置合わせしながら4枚積層、熱圧着した。この積層体を水蒸気含有窒素中、750℃で脱バインダ処理した後、200℃／時間で昇温した後、窒素中、950℃で1時間焼成して銅を主成分とする配線層を具備する多層配線基板を作製した。

【0076】

得られた配線基板について、配線層の導通を確認したところ、断線等がなく、低抵抗で良好な導通特性を示した。

【0077】

(実施例3)

さらに、上記グリーンシートの表面に、銅を主体とした導体ペーストをスクリーン印刷法にて、パッケージAの表面には、 $0.12\text{ mm}\phi$ のパッドをマトリックス状に配設したフリップチップパッドを形成し、裏面には $1\text{ mm}\phi$ のパッドをマトリックス状に配設したボールパッドを形成した。焼成後の形状が $30\text{ mm}\square$ 、厚み 1.5 mm となるようにグリーンシートを積層、切断後、表2に示す条件にて焼成した。得られた配線基板にNi-Auめっきを施した後、上記パッド上に共晶半田ペーストを印刷し、 $1.2\text{ mm}\phi$ の高温半田ボールを位置合わせして載置し、リフロー処理を行うことにより、高温半田ボールを搭載したパッケージAを作製した。

【0078】

次に、シリコンを主体とする熱膨張係数が $3 \times 10^{-6}/\text{°C}$ の半導体素子5をパッケージAの表面に、半田ボールを位置合わせして載置し、リフロー処理を行った後、エポキシ樹脂からなるアンダーフィル剤を半導体素子とパッケージAとの間隙に注入し、硬化させることにより半導体素子をフリップチップ実装した。

【0079】

さらに、パッケージAと同様の配線パターンを形成した熱膨張係数が $15 \times 10^{-6}/\text{°C}$ のプリント配線基板Bを用意し、その上にパッケージAを位置合わせして載置し、再度リフロー処理を行うことによりパッケージAをプリント配線基板B上に実装した二次実装サンプルをそれぞれ20個作製した。

【0080】

上記二次実装サンプルを、 $0 \sim 100\text{ °C}$ の温度範囲で温度サイクル試験を行い、100サイクル終了毎に一次実装側、二次実装側の双方に関して抵抗値を測定し、断線の有無を確認し、断線したサイクル数を表2に示した。ここで、1000サイクルまで断線のなきものを合格(OK)とした。

【0081】

さらに、比較例として熱膨張係数が $4.7 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 、ヤング率が310 GPaのAlNセラミックスを絶縁基板とし、タンゲステンによって配線層、ビア導体を形成し、1600°Cで同時焼成してパッケージを作製し、同様の温度サイクル試験を行った。

【0082】

表1～3の結果から明らかなように、本発明に基づき、特定の結晶相が析出した熱膨張係数が $5 \times 10^{-6}/\text{°C}$ 以下、ヤング率が150 GPa以下の試料No. 1～6、9～20、25～34では、一次実装、および二次実装の双方において1000サイクルの温度サイクル試験において断線が見られず、高い実装信頼性を示すことが確認できる。

【0083】

一方、本発明の範囲外であり、熱膨張係数が $5 \times 10^{-6}/\text{°C}$ よりも大きい試料No. 21～24、35～38においては、温度サイクル試験において、半導体素子と絶縁基板間の熱膨張係数のミスマッチが大きく、いずれの試料も1000サイクルよりも短いサイクル数にて断線が生じ、一次実装信頼性が確保できなかった。

【0084】

また、熱膨張係数が $4.7 \times 10^{-6}/\text{°C}$ と低いものの、ヤング率が310 GPaと高い値を示すAlNを用いた試料No. 39においては、温度サイクル試験の結果、一次実装側は1000サイクルにて断線が見られないものの、ヤング率が高く熱応力の緩和効果が不充分なため、二次実装側で1000サイクルよりも短いサイクル数にて断線が生じ、実装信頼性が確保できなかった。

【0085】

【発明の効果】

以上詳述した通り、本発明のガラスセラミック組成物および焼結体は、1050°C以下の焼成にて、銅、銀、金などの低抵抗金属を主成分とする導体材料を用いて配線層を形成することができ、低熱膨張係数と低誘電率、低ヤング率とを兼ね備えることにより、シリコンなどの半導体素子の一次実装、高熱膨張のプリント配線基板への二次実装の双方に対して高い実装信頼性を示す配線基板を提供す

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

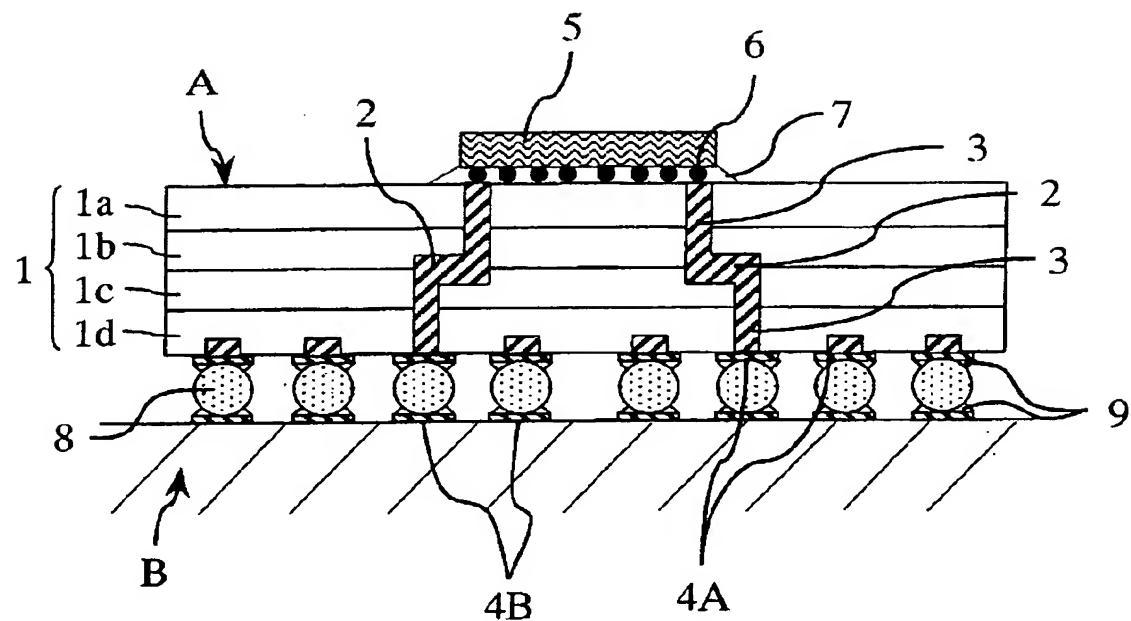
本発明の配線基板を用いたBGA型の半導体素子収納用パッケージをプリント配線基板上に実装した一例を説明するための概略断面図である。

【符号の説明】

- A 素子収納用パッケージ
- B プリント配線基板
- 1 絶縁基板
- 2 配線層
- 3 ビアホール導体
- 4 接続用電極
- 5 素子
- 6 半田ボール
- 7 アンダーフィル材
- 8 高温半田ボール
- 9 共晶半田

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】1050℃以下で焼成可能で、低抵抗金属を含有する配線層を同時焼成にて形成することができ、実装信頼性の高い配線基板を提供する。

【解決手段】絶縁基板と配線層とを具備する配線基板において、該絶縁基板として少なくとも、 SiO_2 30～55質量%、 Al_2O_3 15～40質量%、 MgO 3～25質量%、 ZnO 2～15質量%、 B_2O_3 2～15質量%を含有するガラス粉末60～99質量%と、ムライト、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアン、石英ガラスの群から選ばれる少なくとも1種のフィラー粉末1～40質量%とを混合、成形し、大気中あるいは窒素雰囲気中で1050℃以下の温度にて焼成して得られるガラスセラミック焼結体を用いる。

【選択図】図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-311828
受付番号	50201615039
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年10月28日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年10月25日
-------	-------------

次頁無

特願 2002-311828

出願人履歴情報

識別番号 [00006633]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22
氏 名 京セラ株式会社
2. 変更年月日 1998年 8月21日
[変更理由] 住所変更
住 所 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
氏 名 京セラ株式会社